

CLIPPEDIMAGE= JP363111679A  
PAT-NO: JP363111679A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63111679 A  
TITLE: OPTICAL SEMICONDUCTOR ELEMENT

PUBN-DATE: May 16, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
MATSUI, TERUHITO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME  
MITSUBISHI ELECTRIC CORP

COUNTRY  
N/A

APPL-NO: JP61259029  
APPL-DATE: October 29, 1986

INT-CL (IPC): H01L031/10; H01L027/14 ; H01S003/18  
US-CL-CURRENT: 257/432

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain an optical semiconductor element which can detect only a part of light in an optical waveguide layer and propagate the other light through this layer, by providing a high-order diffraction grating which can take out the light satisfying a Bragg reflection condition of two or more orders and propagated through the optical waveguide layer, and a p-n junction having a forbidden band width smaller than the optical waveguide layer.

CONSTITUTION: A diffraction grating 14 corresponding to a secondary Bragg reflection condition is formed on an n-InP buffer layer, subsequently an n-InGaAsP optical waveguide layer 13, an n-InP clad layer 15 and an n-InGaAs optical absorption layer 16 are made to grow, a P-type region 17 is formed in a part of the optical absorption layer 16, and lastly a p-electrode 18 and an n-electrode 19 are formed. Since the optical absorption layer 16 has a P-n junction having a smaller forbidden band width than the optical waveguide layer 13 and is prepared of crystals having low carrier density, a depletion layer is expanded into the optical absorption layer 16 by reverse bias, and a part of light 20 propagated through the optical waveguide layer 13 is reflected in the direction not being parallel to the optical waveguide layer 13 by the diffraction grating 14, absorbed in the depletion layer of the optical absorption layer 16 and taken outside as an electric current.

COPYRIGHT: (C)1988, JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-111679

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和63年(1988)5月16日

H 01 L 31/10

A-6819-5F

27/14

7525-5F

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑥ 発明の名称 光半導体素子

⑦ 特 願 昭61-259029

⑧ 出 願 昭61(1986)10月29日

⑨ 発 明 者 松 井 輝 仁 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社  
中央研究所内

⑩ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑪ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光半導体素子

## 2. 特許請求の範囲

(1) 光を伝搬する光導波路層、この光導波路層の界面に設けられ、2次以上のブラッグ反射条件を満たして上記光導波路層を伝搬する光を取り出し可能な高次の回折格子、上記光導波路層に設けられたクラッド層、及び上記クラッド層に設けられ、上記光導波路層よりも禁制帯幅の小さいP-n接合を有し、上記回折格子により取り出された光を吸収する光吸収層を備えた光半導体素子。

(2) 周期の異なる複数の回折格子を設け、光吸収層は、上記回折格子のそれぞれにより取り出された光を吸収する複数のP-n接合を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光半導体素子。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、光半導体素子に関し、例えば光通信や光情報処理等に使用する光導波路型受光素子

に関するものである。

(従来技術)

第4図は例えば、雑誌(G.Stillmane et al., Appl. phys. Lett., vol. 25, p36~38(1974))に示された従来の光導波路と受光素子を集積化した光半導体素子を示す断面図である。図において、(1)はn<sup>+</sup>-GaAs基板、(2)は光導波路層で、例えばn<sup>+</sup>-GaAs光導波路層、(3)は光吸収層で、例えばInGaAs光吸収層、(4)はPtのショットキー電極、(5)はオーミック電極である。(6)は導波光を示す。

次に動作について説明する。光吸収層(3)はIn<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Asの組成比xを変えることにより、0.9~1.15μmの波長の光に対して大きな吸収を得るように禁制帯幅を調整することができる。光導波路層(2)はキャリア濃度を低減したn<sup>+</sup>-GaAs層をn<sup>+</sup>-GaAs基板(1)上に、エピタキシャル成長され、次に、光検出部を形成するため、光導波路層(2)の一部にエッチングにより円形の穴をあけ、InGaAs光吸収層(3)をエピタキシャル成長する。その後、InGaAs光吸収層(3)上にショットキーバリア接合と

なるPt電極(4)を形成し、 $n^+-GaAs$ 基板(1)の裏面にもオーミック接合となる電極(5)を形成する。Pt電極(4)に $n-GaAs$ 基板の電極(5)に対して負電圧を印加して $InGaAs$ 光吸収層(3)中に空乏層(ディプレッション)層を形成し、光導波路層(2)を伝搬してきた導波光(6)を吸収、検出する。

(発明が解決しようとする問題点)

従来の光半導体素子は以上のように $GaAs$ 基板上に光導波路層が形成されているのであるが、長距離光通信において使用される $1.3 \sim 1.5 \mu m$ の発光波長を持つ光源(半導体レーザや発光ダイオードなど)は $InP$ 基板上に形成されるので、これらの発光素子と同一基板上に作成することは困難であった。また、従来の光半導体素子は光導波路層の上部に半導体層等のクラッド層を持っていないため、光の損失や伝搬に表面状態が大きく影響することや、光の一部のみを検出して、大部分は光導波路層中を伝搬させるといったことが、できないなどの問題があった。

この発明は上記のような問題点を解消するため

(3)

吸収層は光導波路層よりも禁制帯幅の小さい $P-n$ 接合を有するため、回折格子によって取り出された光を吸収し、検出することができる。

(実施例)

以下、この発明の一実施例を図について説明する。第1図において、00は $n-Inp$ 基板、02はこの $Inp$ 基板00上に形成されたクラッド層で、例えば $n-Inp$ バッファ層、03はこの $n-Inp$ バッファ層02上に形成された光導波路層で、 $n-InGaAsP$ 光導波路層、00は $n-InGaAsP$ 光導波路層03に設けられた2次のブラッグ反射条件に相当する回折格子、04は $n-Inp$ クラッド層、04は $n-InGaAs$ 光吸収層、04は光吸収層04に形成された $Zn$ 拡散領域、04は $P$ 電極、04は $n$ 電極、04は導波光である。

次にこの発明の動作について説明する。

まず、回折格子の動作について、雑誌{D.B.Scifres et al., Appl. phys. Lett., Vol. 26, P48 ~ 50(1975)}の記載を参考にして、第2図を用いて説明する。

回折格子04に対して右向きに平行に進行する光

(5)

になされたもので、 $1.3 \sim 1.5 \mu m$ の発光波長を持つ光源と同一基板上に形成可能な光導波路層と受光素子を集積できるとともに、一部の光のみを検出し、他の光は光導波路層中を伝搬させることのできる光半導体素子を得ることを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

この発明に係る光半導体素子は、光を伝搬する光導波路層、この光導波路層の界面に設けられ、二次以上のブラッグ反射条件を満たして、光導波路層を伝搬する光を取り出し可能な高次の回折格子、光導波路層に設けられたクラッド層、及びクラッド層に設けられ、光導波路層よりも禁制帯幅の小さい $P-n$ 接合を有し、回折格子により取り出された光を吸収する光吸収層を備えたものである。

(作用)

この発明におけるブラッグ反射条件を満たす高次の回折格子は光導波路層の光の伝搬方向以外に解を有するため、光導波路層を伝搬する特定波長の光を伝搬方向以外に取り出すことができる。光

(4)

04はブラッグ(Bragg)反射条件を満たす角度 $\theta$ で反射する。反射した光の波面(21)の位相は揃っていないからならぬので、各反射光の光路長差は媒質内波長 $\lambda_0/ng$ の整数倍となる。従って、

$$b + \Lambda = \frac{\ell' \lambda_0}{ng} \quad (\ell' = 0, 1, 2, \dots) \quad (1)$$

を満たす。 $\Lambda$ は回折格子の周期、 $\lambda_0$ は真空中での光波長、 $ng$ は媒質の屈折率、 $b$ は第2図に示す長さである。ところで、

$$b = \Lambda \sin \theta \quad (2)$$

である。ただし、 $\theta$ は波面(21)と回折格子04の面のなす角である。式(1)と式(2)より

$$\sin \theta = \frac{\ell' \lambda_0}{ng \Lambda} - 1 \quad (\ell' = 0, 1, 2, \dots) \quad (3)$$

となり、ここで、回折格子04として、二次のものを考えると $\Lambda$ は $\lambda_0/ng$ となる。その結果式(3)は次のように書き換えることができる。

$$\sin \theta = \ell' - 1 \quad (\ell' = 0, 1, 2, \dots) \quad (4)$$

(6)

$\theta' = 0$  ( $\theta = -\frac{\pi}{2}$ ) は進行方向にそのまま伝搬

し、 $\theta' = 2$  ( $\theta = -\frac{\pi}{2}$ ) は入射光と反対に戻る反

射光を示す。

$\theta' = 1$  は  $\theta = 0$  となり、光導波路層の回折格子 00 の面に対して垂直に反射される。

次に、この発明の一実施例における光半導体素子の構成及び動作について説明する。まず、 $n$ -InP 基板 00 上に、バッファ層である  $n$ -InP 層 02 を成長させ、次にこの  $n$ -InP バッファ層上に二次のブラッグ反射条件に相当する回折格子 00 を形成する。続いて、 $n$ -InGaAs P 光導波路層 03、 $n$ -InP クラッド層 04、 $n$ -InGaAs 光吸収層 05 を成長させ、この  $n$ -InGaAs 光吸収層 05 の一部に Z、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ 、 $\epsilon$ 、 $\zeta$ 、 $\eta$ 、 $\theta$ 、 $\iota$ 、 $\kappa$ 、 $\lambda$ 、 $\mu$ 、 $\nu$ 、 $\xi$ 、 $\omicron$ 、 $\pi$ 、 $\rho$ 、 $\sigma$ 、 $\tau$ 、 $\upsilon$ 、 $\phi$ 、 $\chi$ 、 $\psi$ 、 $\omega$  を熱拡散させ、P 型領域 06 を形成し、最後に P 電極 07、 $n$  電極 08 を形成して完成する。この光半導体素子の P 電極 07 にマイナス、 $n$  電極 08 にプラスの逆バイアス電界を印加する。

光吸収層 05 は光導波路層 03 よりも禁制帯幅の小

(7)

を、設けることによりそれぞれの異なる波長の光を独立に検出することが可能である。

この発明においては、分波器として回折格子を使用しているため、波長選択性の優れたものが得られる。

なお、上記実施例では、回折格子として二次のものについて説明したが、式 (3) で明らかなように、二次以上の回折格子であればよい。

また、上記実施例では、InP 系の光導波路層と受光素子の場合について述べたが、GaAs 系等他の結晶系でも同様の効果を奏する。

(発明の効果)

以上述べたように、この発明によれば光を伝搬する光導波路層、この光導波路層の界面に設けられ、二次以上のブラッグ反射条件を満たして光導波路層を伝搬する光を取り出し可能な高次の回折格子、光導波路層に設けられたクラッド層及びクラッド層に設けられ、光導波路層よりも禁制帯幅の小さい P-n 接合を有し、回折格子により取り出された光を吸収する光吸収層を備えたことによ

(9)

さい P-n 接合を有し、低キャリア濃度の結晶で作製されているため、逆バイアスによって、空乏層が光吸収層 05 中に拡がり、光導波路層 03 を伝搬してきた光 09 は回折格子 00 によって、その一部が光導波路層 03 に平行でない方向、例えば垂直方向に反射され、光吸収層 05 の上記空乏層中で吸収され電流として外部に取り出される。また、一部の光は光導波路層 03 中を伝搬する光の割合は、回折格子 00 が形成された領域の長さや形状によって変えることができる。

複数の波長の異なる光を入射させた場合は、ブラッグ反射条件を満たす光のみを選択的に光導波路層 03 外に取り出し、検出することができるので、分波機能付の受光素子として動作する。

この発明の他の実施例を第 3 図に示す。異なる周期を持つ複数、例えば 3 つの高次の回折格子 (14a), (14b), (14c) とこれらに対応して P 領域 (17a), (17b), (17c) により 3 つの P-n 接合を持つ光吸収層 05 を設け、さらにそれぞれの領域に対応して電極 (18a), (18b), (18c), (19a), (19b), (19c)

(10)

り、1.3 ~ 1.5  $\mu\text{m}$  の発光波長を持つ光源と同一基板上に形成可能な光導波路層と受光素子を集積できると共に、光導波路層中の一部の光のみを検出し、他の光は光導波路層を伝搬させることのできる光半導体素子が得られる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

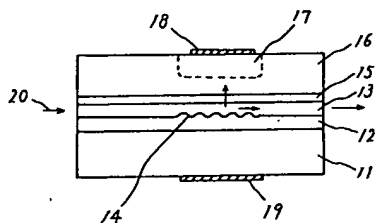
第 1 図はこの発明の一実施例による光半導体素子を示す断面側面図、第 2 図はこの発明に係る回折格子の動作を説明するための説明図、第 3 図はこの発明の他の実施例を示す断面側面図、第 4 図は従来の光半導体素子を示す断面側面図である。

図において、03 は光導波路層、04 は高次の回折格子、05 はクラッド層、06 は光吸収層である。

なお、図中、同一符号は同一、又は相当部分を示す。

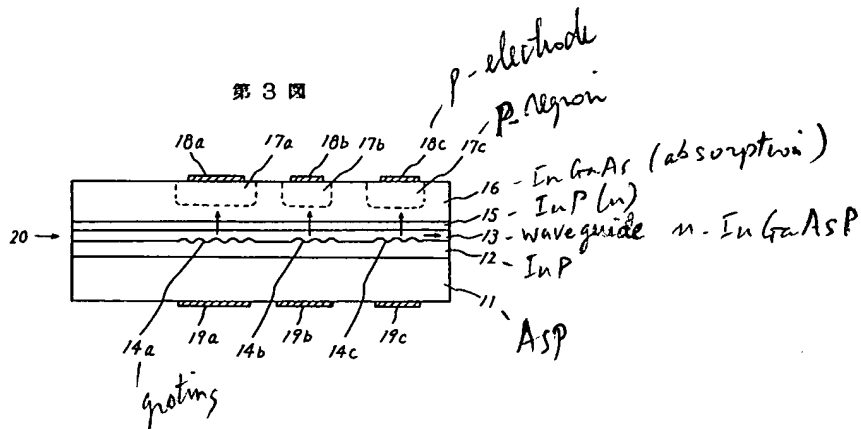
代理人 大岩 増雄

第1図

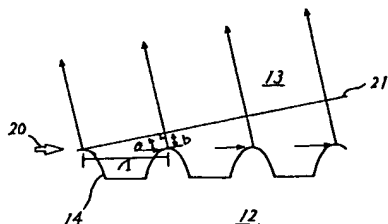


13: 光導波路層  
14: 回折格子  
15: クラッド層  
16: 光吸収層

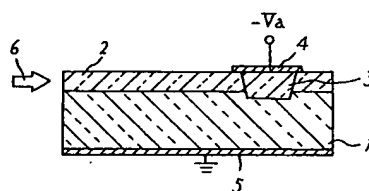
第3図



第2図



第4図



手続補正書(自発)  
昭和 62 年 1 月 13 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 特願昭 61-259029 号

2. 発明の名称  
光半導体素子

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人  
住所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
名称 (601)三菱電機株式会社  
代表者 志岐守哉

4. 代理人

住所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
三菱電機株式会社内  
氏名 (7375)弁理士 大岩増雄  
(連絡先 03(213)3421 特許部)

5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲および発明の詳細な説明の欄



(1)

## 6. 補正の内容

(1) 明細書の特許請求の範囲を別紙のとおり訂正する。

(2) 明細書をつぎのとおり訂正する。

ページ	行	訂 正 前	訂 正 後
2	8	ne	nn
4	18	P	p
5	1	P	p
5	6	Inp	InP
5	7	lnp	InP
5	8	n-Inp バツファ層、	n-InP バツファ層、
5	8	n-Inp バツファ層02	n-InP バツファ層02
5	12	lnp	InP
5	12	n-In	n-In
5	18	P	p
7	11	As P	AsP
7	18	Zn や Cd	Zn や Cd
7	14	P 型	p 型
7	14	P 電極	p 電極
7	16	P 電極	p 電極
8	1	P	p
8	17	P	p
8	18	P	p
9	9	Inp	InP
9	19	P	p

## 7. 添付書類の目録

補正後の特許請求の範囲を記載した書面 1 通

以 上

## 特許請求の範囲

(1) 光を伝搬する光導波路層、この光導波路層の界面に設けられ、2 次以上のブラッグ反射条件を満たして上記光導波路層を伝搬する光を取り出し可能な高次の回折格子、上記光導波路層に設けられたクラッド層、及び上記クラッド層に設けられ、上記光導波路層よりも禁制帯幅の小さい  $p-n$  接合を有し、上記回折格子により取り出された光を吸収する光吸収層を備えた光半導体素子。

(2) 周期の異なる複数の回折格子を設け、光吸収層は、上記回折格子のそれぞれにより取り出された光を吸収する複数の  $p-n$  接合を有することを特徴とする特許請求の範囲第 1 項記載の光半導体素子。

(3)